都江堰灌区水资源调度能力提升浅析

叶 春
四川省都江堰水利发展中心 四川 都江堰 611830

摘 要：都江堰水利工程是距今2281年历史的特大型综合水利工程，都江堰灌区覆盖成都、德阳、绵阳等8市41县（市、区），承担灌溉、城乡供水、防洪、生态补水多重功能，是成渝地区双城经济圈水安全核心支撑，也是新时代打造更高水平“天府粮仓”的主战场。随着灌区经济社会不断发展、城乡用水需求激增、丰枯径流失衡矛盾凸显，原有调度体系存在水源调控不足、工程配套短板、调度机制不完善、监测监管薄弱等现实瓶颈。本文从梳理灌区水资源现状、现有调度体系运行，剖析调度运行现存突出问题，从水源联合调控、工程体系提质、智慧监测监管、调度机制优化四个方面提出调度能力提升路径，为灌区实现水资源节约集约、时空均衡配置、生态供水协同提供技术与管理参考。

关键词：都江堰灌区；水资源调度；水量分配；联合调度；工程提质；智慧监测；机制优化

引言：都江堰水利工程始建于秦昭襄王时期，历经两千余年持续改扩建，现已形成由岷江干流、内江六大干渠、外江渠系、丘陵灌区囤蓄水库群、边缘山溪引水工程构成“长藤结瓜”式特大型灌区，总幅员面积2.87万km^2，有效灌溉面积1194.5 万亩，多年平均供水量81亿m^3，极大地支持了灌区社会经济的快速发展和生态环境改善。岷江干流径流年内分配极不均衡，6—10月丰水期来水占全年65.4%，枯水期仅34.6%，上游紫坪铺水库兴利库容仅7.74亿立方米，干流调蓄能力有限；平原灌区无囤蓄条件，丘陵灌区总蓄水设施兴利库容仅12.68亿立方米，蓄水能力仍存在短板。在新时期“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”治水方针指引下，破解供需时空失衡、完善多水源联合调度、构建全链条管控体系，全面提升灌区水资源调度能力，对保障灌区供水安全、筑牢岷沱江流域生态屏障具有重要现实意义。

1 都江堰灌区水资源与调度体系基础概况

1.1 水资源基本情况与供需格局

都江堰灌区水源分为三大板块：一是岷江干流主力水源，鱼嘴断面多年平均来水量141.5亿m^3，是灌区核心供水来源；二是灌区内自产径流，8市合计多年平均径流量92.09亿m^3；三是南河、文井江、绵远河等5条主要边缘山溪径流，合计多年平均37.22亿 m^3，三类水源合计总水资源量270.81亿m^3。水源结构呈现“岷江主导、本地补充、山溪调剂”特征，但调节能力分化显著。岷江主干流上仅紫坪铺、毛尔盖、狮子坪三座大型水库具备调蓄能力，平原渠系无较大蓄水设施，丘陵囤蓄水库可调库容有限，枯水期补水空间受限[1]。

从供水情况看，都江堰灌区多年平均供水量约81亿m^3，其中，农业用水36.5亿m^3、城乡生活18.3亿m^3、工业用水0.8亿m^3、生态用水25.3亿m^3；遭遇枯水年份或极端气候条件时，丘陵灌区尾段易出现缺水、旱情，供需矛盾集中暴露在11月至次年5月枯水期。根据《四川省都江堰水利工程管理条例》，水量的分配和调度应严格遵循“保障城乡居民用水，提供农业用水和工业用水，兼顾生态环境用水”原则，但丰枯来水波动下，现有调度动态调整能力不足。

1.2 现有水资源调度工程体系

都江堰灌区已形成“都江堰渠首—干渠—分干渠—支渠”的多级输水体系：都江堰渠首鱼嘴、宝瓶口、沙黑总闸实现岷江内外江分流；内江蒲阳河、柏条河、走马河、江安河、黑石河、沙沟河六大干渠辐射平原，通济堰引南河水供给眉山片区；丘陵灌区配套黑龙滩、鲁班、三岔3座大型水库、15座中型水库及千余座小型水库、山平塘，构成汛期囤蓄载体。

都江堰灌区现有调度模式一般分为常规调度和应急调度两类：丰水期（6—10月）以紫坪铺水库大流量下泄，向丘陵灌区水库充蓄，平原按需直供；枯水期（11—次年5月）紫坪铺水库一般按不低于180-200m^3/s下泄，扣除金马河20m^3/s的最小下泄后，剩余总流量分配内江六大干渠，优先保障成都自来水公司六厂、七厂等城市生活取水；应急调度覆盖内江岁修、白沙河高浊度、水污染、特大干旱四类场景，通过暗渠输水、水库应急放水、错峰取水保障灌区供水。

1.3 现行调度管理机制

都江堰水利工程实行“统一调度、分级管理”的管理体系：四川省水利厅全面负责都江堰水利工程的统一

管理；四川省都江堰水利发展中心负责制定灌区年度供水计划、统一都江堰渠首水量具体调度；都发中心内设的都江堰渠首管理处、东风渠管理处、人民第一渠管理处、人民第二渠管理处、外江管理处、黑龙滩管理处、毗河管理处和通济堰管理处八大管理处负责分区执行；市县水行政主管部门协调辖区用水。都江堰灌区年度供水计划实行“县（市、区）—地市—灌区管理处—都发中心”逐级报送审核，最终由四川省水利厅审批的编制流程，按月、旬开展水量交接与数据核对，设置20处省控生态流量断面执行最小下泄管控，建立蓝、橙、红三级缺水预警机制。

2 灌区水资源调度现存突出短板

结合都江堰灌区近年来水量调度现状，当前灌区调度能力制约因素主要集中在水源调控、工程硬件、智慧监管、跨区域协同四大层面。

2.1 多水源联合调控体系不完善

一是岷江干流调蓄能力先天不足。紫坪铺水库兴利库容仅7.74亿m^3，枯水期调剂能力有限，毛尔盖、狮子坪与紫坪铺水库尚未形成完善的常态化联合调度机制，上游水库枯期补水调度规则缺失，岷江上游“1+2” 水库群调度协同性不足。二是平原无调蓄载体，枯水期只能依靠渠道瞬时流量供水，一旦上游来水波动，直接影响城市水厂取水；丘陵水库囤蓄主要集中在汛期，连续枯水年份蓄水量消耗过快，尾灌区缺水风险突出。三是边缘山溪未纳入灌区统一调度管理。以文井江为例，上游李家岩水库的新建拦控了文井江来水，但水库调度权限未移交都发中心统筹管理，未同步纳入灌区统一调度体系，水库蓄水下泄与灌区供水需求难以协同，跨工程联合补水调度规则未细化落地，山溪径流调配不受灌区统一管控，干扰全域水量统筹调度。

2.2 输水与囤蓄工程存在硬件短板

一是骨干渠系老化，输水损耗高。灌区渠道建成年代跨度大，早期渠系未完成全面防渗改造，部分明渠渗漏、蒸发损失量大，干渠、分干渠节制闸老旧，流量调控精度低，枯水期小流量分配时分水误差大。二是丘陵囤蓄工程配套不足，毗河供水一期配套水库调蓄规模有限，毗河二期配套设施尚未开工建设，简阳、安岳、乐至等丘陵区县蓄水缺口明显；三是应急工程保障能力有限，磨儿潭暗渠仅能短时应对高浊度来水，持续保障成都市中心城区生活供水不足6小时，偏远丘陵乡镇缺乏大型应急备用水库，特大干旱时供水保障度偏低[2]。

2.3 智慧监测与监管体系建设滞后

都江堰灌区渠系交汇、灌排兼用，每一个制口的供水结构并不单一，计量设施缺乏，特别是田块进出口计量设施缺失，对供水计量特别是农业供水计量造成了很大影响，超计划引水、无序取水难以实时管控，加上部分支渠及斗农渠以人工测流为主，未能实现在线监测，数据滞后、测量误差大，用水总量管控和精细化调度落地难度大。

2.4 跨区域、多主体协同管理存在壁垒

都江堰灌区横跨8市41个县（市、区），各地用水诉求差异显著，成都市以城市生活供水为核心，资阳、遂宁等侧重农业灌溉，在缺水干旱时跨区域水量调剂协商成本高；紫坪铺公司发电目标与灌区公益供水存在矛盾；灌区各管理处独立运行，上下游水量交接会商频次不足，在以水费收入为指标的考核机制下，上下游水资源利益分配不够均衡[3]。

3 都江堰灌区水资源调度能力提升优化路径

3.1 构建多水源联合统一调控体系

完善岷江上游水库群联合调度机制，细化紫坪铺、毛尔盖、狮子坪“1+2”水库在丰、平、枯不同来水频率下的下泄流量阈值与过程管控方案，建立枯水期定向补水专项机制，以保障下游灌区生产、生活及生态用水需求为核心目标，推动落实紫坪铺水库“电调服从水调”的刚性调度规则，强化调度运行全流程的台账记录与动态监管，杜绝发电优先级挤占供水指标的行为。将灌区边沿山溪来水、县域小型供水工程及本地地下水资源全部纳入都发中心统一管理范畴，实现全灌区水资源统一配置、统一管理、统一调度，消除跨区域、跨主体的调度壁垒，最大化提升灌区水资源利用效率。建议四川省水利厅以规范性文件形式，明确灌区范围内边沿山溪的水量调度权属，交由都发中心统筹实施日常调度，补齐边缘区域水资源管控的制度短板[4]。

3.2 实施输水囤蓄工程提质升级

依托都江堰灌区续建配套与现代化改造专项工程契机，系统性推进灌区输水、配水、囤蓄全链条工程提质升级。针对灌区现有主干渠输水瓶颈段开展过流能力复核与扩能改造，全面打通输水网络中的卡脖子节点，优化输水通道的行水效率，实现汛期富余洪水资源可高效输送至丘陵灌区各类调蓄设施完成囤蓄，大幅提升雨洪资源的资源化利用水平。对灌区范围内服役年限较长、手动操作精度不足的老旧节制闸分批实施自动化改造，配套加装实时流量监测与远程调控模块，实现各分水节点流量的精准动态调控，减少输水过程中的水量损耗。对存在病险隐患的中小型水库开展专项除险加固与库区清淤扩容作业，在水资源供需矛盾突出的缺水片区新建

分布式囤蓄设施，系统性补齐丘陵灌区蓄水能力不足的短板。同步完成磨儿滩应急供水系统的扩容升级，优化应急供水工况下的输水路径与调度逻辑，全面提升灌区极端干旱、突发水污染等特殊场景下的应急供水保障能力。

3.3 全域构建智慧水资源调度监管体系

依托都江堰灌区现代化改造、灌区水文能力大提升、“两重建设”等专项项目的实施契机，系统性推进灌区全域量测水设施补短板建设。优先完成灌区所有重要分水渠口的自动化监测点位布设，构建覆盖核心分水节点的自动化监测网络，同步配套建设标准化智慧预警硬件设施，迭代完善水情智能预警功能模块，强化水位、流量异常工况的自动研判与提前预判，全面提升灌区水文监测预警的精准度与响应效率。按分级分批推进原则补齐灌区各级渠系、调蓄设施的在线监测设施短板，构建从水源地到田间用水端的全链条水情实时采集体系，消除低层级渠系监测盲区，持续提升灌区水资源动态监测的覆盖范围与数据采集频次。对灌区范围内重点非农取水户实现取水行为全流程在线监控，严格落实用水超定额累进加价管理制度，将非农取水总量指标分解至各取水主体，强化灌区用水总量的刚性管控，为灌区多水源联合调度决策提供全维度、高时效的数据支撑。

3.4 健全区域协同与制度保障体系

严格依托四川省水利厅已建立的“紫坪铺-都江堰”水资源一体化调度工作机制，建立常态化跨主体协调会商流程，与上游紫坪铺水库运行管理单位建立固定对接通道，提前完成不同来水场景下的渠首来水保障预案编制，保障都江堰渠首断面下泄流量稳定达标。持续优化都江堰灌区一体化调水运行机制，在全灌区水量调度“一盘棋”的运行框架下，打破上下游不同灌区分区管理、各自为政的调度壁垒，建立跨片区水量动态调配规则，在优先保障城乡基本民生用水、河道基本生态基流的前提下，将富余水资源向用水效益最优、供需缺口最突出的区域精准补给，全面提升灌区水资源利用效率和整体综合效益。建议省级水行政主管部门出台岷江上游水库群联合调度专项管理细则，明确发电、灌溉、生态等多元用水目标的优先级排序与动态平衡规则，将供水保障任务完成情况、调度计划执行率纳入相关单位年度绩效考核指标体系，从制度层面真正落实“电调服从水调”的刚性约束。严格执行每旬水情信息共享通报制度，将旬度来水数据、已用水量、剩余可调度水量等核心指标同步推送至省市两级水利主管部门、各片区供水管理单位，全面强化跨部门协调联动与调度信息共享效率[5]。

结束语

提升灌区水资源调度能力不能单一依靠工程改造，必须坚持系统治理思路，统筹多水源联合调控、工程提质、智慧监管、制度保障四个方面协同发力。通过岷江上游水库群与都江堰渠首联合调度破解丰枯供需错配；依托渠系改造、应急工程补齐硬件短板；推进量测水设施建设实现精准精细化管控；完善跨区域协调联动机制、加强信息互通共享夯实管理基础。都江堰灌区调度能力提升属于长期系统性工程，需逐步实施提升改造，才能最大化发挥千年水利工程综合效益，以水资源可持续利用支撑成渝地区双城经济圈高质量发展。

参考文献

[1]王仕秒.都江堰黑龙滩灌区节水改造与信息化建设研究[J].四川水利,2026,47(2):125-129.

[2]罗骏骁,姚巨容.都江堰灌区水行政执法问题及优化研究[J].四川水利,2026,47(3):62-66.

[3]李新,陈应生.节水灌溉技术对区域农业用水效率的影响分析[J].江西农业,2026,(5):107-109.

[4]买小虎.智慧灌区信息集成管理与水资源协同优化调度研究[J].水电站机电技术,2026,49(1):140-144.

[5]吴纬轶,韩正山.基于数字孪生的灌区水资源动态调控与智慧调度[J].农业工程技术,2026,46(8):13-14.